

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-101923  
 (43)Date of publication of application : 13.04.1999

(51)Int.CI. G02B 6/293  
 H04J 14/00  
 H04J 14/02

(21)Application number : 10-213390 (71)Applicant : INSTRUMENTS SA  
 (22)Date of filing : 22.06.1998 (72)Inventor : LAUDE JEAN-PIERRE

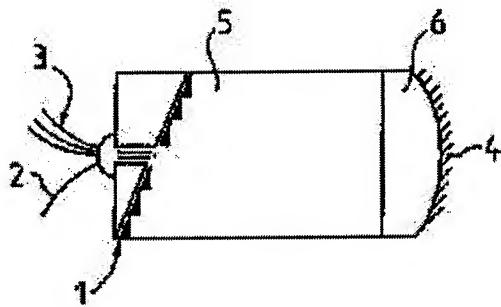
(30)Priority  
 Priority number : 97 9707952 Priority date : 25.06.1997 Priority country : FR

## (54) OPTICAL FIBER WAVELENGTH MULTIPLEXER-DEMULTIPLEXER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an improved capability, to maintain the good sepn. of channels and to improve a spectral width by forming an optical system having multiple transverse foci at a dispersion plane by a dispersion system and means for optically matching the output plane of input fibers and the input plane of an output fiber.

**SOLUTION:** The dispersion system and the means for optically matching the output plane of the input fibers and the input plane of the output fiber form the optical system having the multiple transverse foci 6 at the dispersion plane. This optical system 6 is a system having the multiple transverse foci, and in this case, double foci. Namely, the flow of the luminous flux emitted by one of the input fibers is not converged to the single point as in the case of the conventional system of the single focus but is converged at two points respectively. The basic transfer function of such system is obt. by adding the transfer function obt. with the part of the optical system converging at the point and the transfer function obt. with the part of the flow converging at another point.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-101923

(43)公開日 平成11年(1999)4月13日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 B 6/293  
H 0 4 J 14/00  
14/02

識別記号

F I  
C 0 2 B 6/28  
H 0 4 B 9/00

B  
E

審査請求 未請求 請求項の数11 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平10-213390

(22)出願日 平成10年(1998)6月22日

(31)優先権主張番号 9707952

(32)優先日 1997年6月25日

(33)優先権主張国 フランス (F R)

(71)出願人 598092203

インスツルメンツ ソシエテ アノニム  
フランス国 パリ 75001 アビイニユ  
ド ラオペラ 25

(72)発明者 ジャン ピエール ロード  
フランス国 スト シル ラ リビエラ  
パー サクラス 91690, リュ ド グ  
ラベリオツ 3

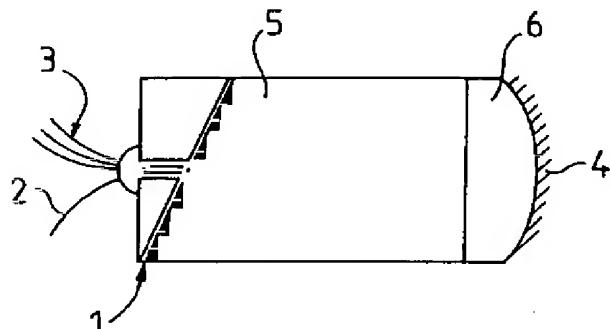
(74)代理人 弁理士 藤本 英夫

(54)【発明の名称】 光学ファイバ波長マルチプレクサー・デマルチプレクサ

(57)【要約】

【課題】 分散平面を表す分散システム(1)と、出力面を持った少なくとも一つの入力ファイバ(2)と、入力面を持った少なくとも一つの出力ファイバ(3)と、入力ファイバの出力面および出力ファイバの入力面を光学的に適合させる手段(4)とを含む光学ファイバ波長マルチプレクサー・デマルチプレクサに関する。

【解決手段】 前記分散システムと前記適合させる手段とは分散平面において多重横焦点(6)を有する光学システムを形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 分散平面を表す分散システム(1)と、出力面を持った少なくとも一つの入力ファイバ(2)と、入力面を持った少なくとも一つの出力ファイバ(3)と、入力ファイバの出力面および出力ファイバの入力面を光学的に適合させる手段(4)とを含む光学ファイバ波長マルチプレクサーデマルチプレクサであって、前記分散システムと前記適合させる手段とは分散平面において多重横焦点(6)を有する光学システムを形成することを特徴とする光学ファイバ波長マルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項2】 完全ミラー( $M_1$ )の前に置かれた部分ミラー( $M_2$ )を含むことを特徴とする、請求項1に記載の光学ファイバ波長マルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項3】 部分ミラー( $M_2$ )がスカイライト・ミラーであることを特徴とする、請求項2に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項4】 部分ミラー( $M_2$ )がその全表面にわたって均等に、部分的に反射するミラーであることを特徴とする、請求項2に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項5】 部分ミラー( $M_2$ )及び完全ミラー( $M_1$ )が同一の焦点を持ち、それらの光軸に関して横方向に互いに対してもつれており、球形ミラーであることを特徴とする、請求項2ないし請求項4のいずれかに記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項6】 部分ミラー( $M_2$ )及び完全ミラー( $M_1$ )が同一の焦点を持った球形ミラーであるが、それらの一つの光軸は他の光軸と小さい角度 $\alpha$ をなすことを特徴とする、請求項2ないし請求項4のいずれかに記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項7】 伝送に協働している多重横焦点を持つ光学エレメントを含むことを特徴とする、請求項1に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項8】 この光学エレメントが多重横焦点を持つレンズ(4)であることを特徴とする、請求項7に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項9】 この光学エレメントが半プリズマチック( $P_1$ )であることを特徴とする、請求項7に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項10】 多重ステップ・ネットワークを含む請求項1に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

【請求項11】 可変ステップ・ネットワークを含む請求項1に記載のマルチプレクサーデマルチプレクサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光学ファイバ遠隔伝送装置の部品として用いられる、光学ファイバ波長マルチプレクサーデマルチプレクサまたはルーターに関する

る。

## 【0002】

【従来の技術】このようなマルチプレクサーデマルチプレクサは既に知られており、それらは、特にフランス特許FR-第2,543,768号、FR-第2,519,148号、FR-第2,479,981号、FR-第2,496,260号および欧州特許EP-第0,196,963号で徐々に改良されてきた。

【0003】光学ファイバマルチプレクサーデマルチプレクサとは、入力および出力光束波が光学ファイバによって伝播される装置を言う。

【0004】本発明は、また、それぞれが空間的に別個の光学ファイバによって伝播される、特定の波長を備える可変数の入力フローが、考えられる異なる数の出力ファイバ上で処理される光学ファイバルーターにも関する。

【0005】これらの異なる装置においては、出力ファイバと入力ファイバとの間に、一定の波長に対して、分散システムを介して結合がなされる。

【0006】このようにして、一定のスペクトル幅△入を確かに表すチャネルが定められる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】強力なマルチプレクサーデマルチプレクサまたはルーターは、膨大な数のチャネルを同時に作動させることができるものでなければならず、波長入のまわりに中心を持った、これらのチャネルの各々は、クロストークを避けつつ、できるだけ大きいスペクトル幅△入を表さなければならない。

【0008】あるチャネルからのエネルギーの一部が、隣接するチャネルからのエネルギーと部分的に混じる場合にクロストークが生じる。このクロストークが通信を妨害することや、過度のクロストークを表す装置は実用上役に立たないことは良く知られている。

【0009】記述を簡単にするため、本発明の装置をマルチプレクサーデマルチプレクサと言うことにする。但し、それはマルチプレクサ、デマルチプレクサまたはルーターを指すこともあることを承知するべきである。

【0010】それゆえ、本発明の目的は、向上した能力を与えると同時に、チャネルの良好な分離を維持し、それらのそれぞれのスペクトル幅を向上させたマルチプレクサーデマルチプレクサを提供することである。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】この目標を達成するためには、本発明では、二重焦点光学システムを構成して、入力ファイバの出力面と出力ファイバの入力面との適合を確保する光学手段を完成することが示唆された。

【0012】こうして、マルチプレクサの入力ファイバと出力ファイバとの間の波長伝送関数が、その焦点の各々に対してそれぞれ、光学システムによって作られた伝送関数の重ね合わせによって得られる。

【0013】焦点の空間オフセットは、基本的な転送関数のスペクトルのオフセットを生じさせて、全面的な転送関数を広げさせる。

【0014】それゆえ、本発明は、分散平面を表す分散システムと、出力面を持った少なくとも一つの入力ファイバと、入力面を持った少なくとも一つの出力ファイバと、入力ファイバの出力面および出力ファイバの入力面を光学的に適合させる手段とを含む光学ファイバ波長マルチプレクサーデマルチプレクサに関する。

【0015】本発明によれば、前記分散システムと前記適合させる手段とは分散平面において多重横焦点 (multiple transversal focuses) を有する光学システムを形成する。

【0016】ここでは、二重焦点光学システムとは、それが有限距離の所にあると無限遠の所にあるとに問わらず、同一点の物体を横方向で分割したイメージを生成させる光学システムを言う。多重横焦点を持ったシステムは、同一点の物体の幾つかのイメージを生成させる。それは、イメージの連続したシークエンスを形成することができる。

【0017】それぞれがその特有の利点を有し、そしてそれらの全ての技術的に可能な組み合わせで完成されるような異なった実施形態によれば、

- 装置は、完全ミラーの前に置かれた部分ミラーを含むこと、
- 部分ミラーがスカイライト・ミラーであること、
- 部分ミラーが半反射であること、
- 部分ミラーおよび完全ミラーが、同一の焦点を持ち、それらの光軸に関して横方向に互いに対してずれており、球形ミラーであること、
- 部分ミラーおよび完全ミラーが同一の焦点を持った球形ミラーであるが、それらの一つの光軸は他の光軸と小さい角度 $\alpha$ をなすこと、
- 装置が、伝送に協働している多重横焦点を持つ光学エレメントを含むこと、
- この光学エレメントが多重横焦点を持つレンズであること、
- この光学エレメントが半プリズマチック (semi-prismatic) であること、
- それが多重ステップ・ネットワークを含むこと、
- それが可変ステップ・ネットワークを含むこと。

### 【0018】

【発明の実施の形態】本発明を、添付の図面を参照して一層詳細に説明する。

【0019】図1は先行技術のマルチプレクサーデマルチプレクサであり、図2は図1の装置の一対の入力・出力ファイバに対する基本的な転送関数を表出したものであり、図3は本発明によるマルチプレクサーデマルチプレクサであり、図4は図3の装置の転送関数を表出したものであり、図5 (A) および図5 (B) は同一の焦点

および異なった向きを持った二つのミラーを備えた本発明の装置に用いることができる二重焦点光学システムの第1の例で、正面図および上面図であり、図5 (C) はスカイライトをつけた、部分ミラーを表す側面図であり、図6 (A) 及び図6 (B) は本発明の装置において用いることができる二重焦点光学システムの第2の例である、横にオフセットされた、同一の焦点の二つのミラーを設けた例で、その正面図及び上面図であり、図7は二焦点レンズを設けていて、本発明の装置に用いることができる二重焦点光学システムの第3の例であり、図8はビームの一部分に作用するプリズムを設けたもので、本発明の装置に用いることができる二重焦点光学システムの第4の例であり、図9は絞りの内側に分配したプリズムシステムを設けたものであり、図10は多重ステップのネットワークを模式的に表したものである。

【0020】図面は、それらを担持して、それらのそれぞれの位置を確保する機械的構造とは独立して、本発明の装置の光学構成部品を表している。これらの機械的構造は種々の形を探ってよく、当業者にとって利用可能なものである。

【0021】この記述はマルチプレクサーデマルチプレクサの入力及び出力手段としての光学ファイバの使用に関してなされる。なお、そのアクティブエレメントが数ミクロンから数十ミクロンに亘る小寸法の、ファイバの芯と同程度の大きさの、規則的に間隔をとった、その特性がファイバと対応する、発光構成部品 (ダイオード又はダイオード・バー) 及び受光構成部品 (CCD又はC CDバー) があることは良く知られている。ある用途の場合には、そのような構成部品は本発明のマルチプレクサーデマルチプレクサの入力又は出力ファイバに代わるものとなり得、また当該ファイバの端部の代わりにスペクトルの焦点に直接位置させることもできる。そのような構成部品はそれゆえ本発明の定義のファイバと同等である。

【0022】以下の記述はマルチプレクサーデマルチプレクサに関わるものである。また、ルーターを取付けた発明を完成させることも可能である。

【0023】図1に表されるマルチプレクサーデマルチプレクサはネットワーク1から成る分散システム、多重化された光束の流れを装置に供給する入力ファイバ2、及び各波長に対して異なる流れを供給する出力ファイバ櫛 (comb) 3、を含む。これらのファイバ3の端部はネットワーク1の中心に、それ自身反射光学システム4の略焦点のところに、配置されている。ネットワーク1とミラー4との間にある空間5は、要件に従って、システムの特性を向上させることができる種々の光学構成部品を受け入れることができる。ネットワーク1はホログラフィックなもの又は彫り込んだもので良い。

【0024】そのようなシステムに対しては、入力ファイバ・出力ファイバの対に対する波長パスバンドを規定

する基礎転送関数は図2に表した形を持つ。それは波長 $\lambda_0$ を中心とし、その半値幅は $\Delta\lambda_0$ である。この半値幅は装置の幾何学的及び光学的特徴の組みに依存する。

【0025】図3は、その要素が図1のものと同様なものについては同一の参照数字で示した本発明によるマルチフレクサー・デマルチフレクサを表す。光学システム6は多重横焦点、ここでは二重焦点、を持ったシステムである、即ち、入力ファイバの一つによって発せられる光束の流れが、従来の単一焦点の光学システムの場合のように単一の点に収束するのではなくて、夫々 $f_1$ 、 $f_2$ の二つの点で収束するのである。

【0026】そのようなシステムの基本的な転送関数Fは、点 $f_1$ で収束している光学システムの部分に対して得られる転送関数 $F_1$ と、点 $f_2$ で収束している流れの部分に対して得られる転送関数 $F_2$ とを加えたものである。生じる転送関数は図4に表される曲線Fとなる。

【0027】転送関数 $F_1$ の中心波長 $\lambda_1$ と転送関数 $F_2$ の中心波長 $\lambda_2$ 間のギャップは焦点 $f_1$ と $f_2$ 間の距離に依存し、また、全体として見たマルチフレクサー・デマルチフレクサ装置に対応する、生じる転送関数は転送関数Fとなる。

【0028】ミラー（略重複している）のエイペックス（apexes）と焦点 $f_1$ と $f_2$ とを結ぶ軸 $a_1$ 、 $a_2$ との間の角度 $\alpha$ はギャップを生成する。

$\lambda_1 - \lambda_2 = 4\alpha n(d \cos \beta)/k$   
式中、dはネットワークのステップであり、kは使用したネットワークのオーダーであり、nは回折媒体の屈折率であり、 $\beta$ はネットワークと入射半径の方向に対する法線の角度で、リトロー（Littrow）状態で回折される（入射角及び回折角は略等しい）。

【0029】半値幅 $\Delta\lambda_1$ 及び $\Delta\lambda_2$ は単一焦点システムに対して得られる半値幅 $\Delta\lambda_0$ とほぼ等しい。これに対し、グローバル転送関数Fは、それ自身の分として、幅 $\Delta\lambda_0$ よりも外側に大きく幅 $\Delta\lambda$ を持っている。

【0030】図5（A）、5（B）及び図5（C）は、スカイライト球形ミラー $M_2$ 及び球形ミラー $M_1$ を含み、それによってこれらのミラーが同一の焦点を持つ、二重焦点システムの第1の実施態様を表す。

【0031】スカイライトミラーとは、球形の表面によって担持されたミラーであるが、平行なバンド10だけが金属化されていて、それら自身の間に非金属化されたバンド11を残しているものを言う。

【0032】金属化されたバンド10はそれらが受ける入射光束流の一部を反射するが、非金属化されたバンド11は当該光束流を移送する。

【0033】図5（C）に表されるようなミラーは、反射ゾーン10、12、14、16の金属被覆工程中、転送するように考案されたゾーン11、13、15を保護しておいて作ることができる。

【0034】そのような部分ミラーはまた、光学構成部

分の全表面を半反射コートのスタックで覆うことによても製造することができる。

【0035】いわゆる完全ミラーである、ミラー $M_1$ は、完全に金属化された、理論的には従来型のミラーであり、それは最も容易に入手できる構成部分であり、またそれは満足であることが証明されているからである。

【0036】ミラー $M_1$ はスカイライト・ミラー $M_2$ によって遮られることなく、入射光束流を受け入れなければならない。それはまた、その反射ゾーンが第1のスカイライト・ミラー $M_2$ の反射ゾーンに対して相補的である第2のスカイライト・ミラーであっても良い。

【0037】ミラー $M_1$ 、 $M_2$ は一緒にくっついていても良いが、それらの間の空間20には光学接着剤を充填する。

【0038】図6以降は同一の性質の素子を表すために図5の符号と同一の符号を含む。図6の実施態様においては、部分ミラー $M_2$ はミラー $M_1$ に対して横にオフセットされている。これらのミラーは両方とも同一の焦点を持っている。

【0039】図7の実施態様では、ビームは生成する二焦点レンズ $L_2$ によって遮られるので、互いにに対して縦方向にオフセットした二つの焦点、 $f_1$ 及び $f_2$ を示す。

【0040】二焦点レンズは互いにに対して横方向にオフセットした二つの同一のレンズで作られたゾーンから横方向に交互に構成される。我々は、絞りに配分された二つの異なる性質の素子を得ることができる、即ち一つは光束流に作用してそれを $f_1$ へ集光させ、もう一つはそれを $f_2$ へ集光させる。これらの素子は有利にはバンド31、38である。

【0041】最後に、図8の実施態様では、小さいプリズム $P_2$ をミラー $M_1$ の前に置き、入射ビームの一部を遮蔽する。

【0042】二焦点システムは次にそれぞれ横にオフセットした $f_1$ と $f_2$ の二つの焦点を持つが、これに対し対応する軸 $a_1$ と $a_2$ とは小さい角度 $\alpha$ をなす。

【0043】平行のプリズム素子が絞りの表面上に配分されて平行面になったブレードを形成する素子と交代になっているときは、図9に従って、結果は改善され得る。

【0044】前者21、23、25、27、29はステップ $P_1$ ラインを、後者はステップ $P_2$ ラインを表す、二つの型のゾーンが交互に続いたものから成る、多重ステップ・ネットワークを作って、図10に表したような二焦点システムもまた作られる。

【0045】こうして、ネットワークによって受け入れられた光束流は好ましくは非常に僅かの差異の、異なる角度に従った二つの分散した流れに分けられて、横二焦点システムを形成する。

【0046】可変ステップ・ネットワークを設定していて、横方向に連続的に延びる焦点を得ることが出来る。

【0047】更に、スカイライト・ミラーの場合は、横方向のオフセット  $f_1 - f_2$  はスロット (slot) に平行な方向に従うのが有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】先行技術のマルチプレクサー・デマルチプレクサである。

【図2】図1の装置の一対の入力・出力ファイバに対する基本的な転送関数を表出したものである。

【図3】本発明によるマルチプレクサー・デマルチプレクサである。

【図4】図3の装置の転送関数を表出したものである。

【図5】(A) および (B) は同一の焦点および異なる向きを持った二つのミラーを備えた本発明の装置に用いることができる二重焦点光学システムの第1の例で、正面図および上面図であり、(C) はスカイライトをつ

けた、部分ミラーを表す側面図である。

【図6】(A) 及び (B) は本発明の装置において用いることができる二重焦点光学システムの第2の例である、横にオフセットされた、同一の焦点の二つのミラーを設けた例で、その正面図及び上面図である。

【図7】二焦点レンズを設けていて、本発明の装置に用いることができる二重焦点光学システムの第3の例である。

【図8】ビームの一部分に作用するプリズムを設けたもので、本発明の装置に用いることができる二重焦点光学システムの第4の例である。

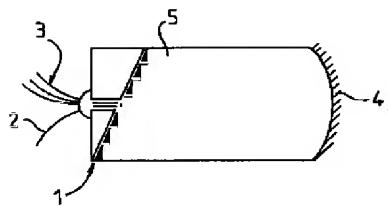
【図9】絞りの内側に分配したプリズムシステムを設けたものである。

【図10】多重ステップのネットワークを模式的に表したものである。

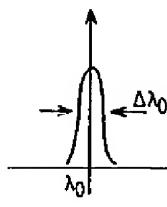
【符号の説明】

1…分散システム、2…入力ファイバ、3…出力ファイバ。

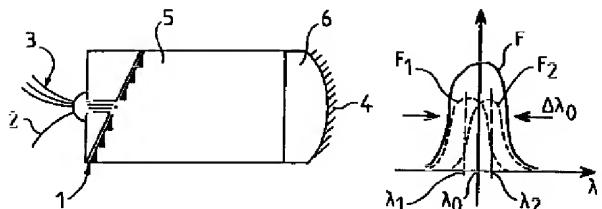
【図1】



【図2】

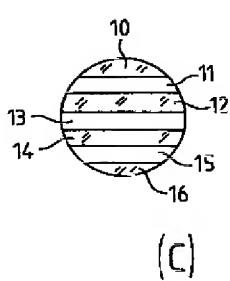
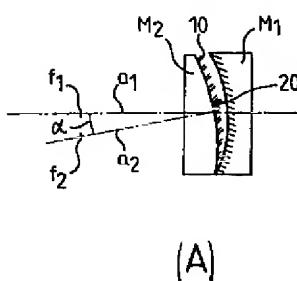


【図3】

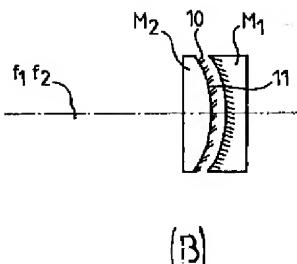
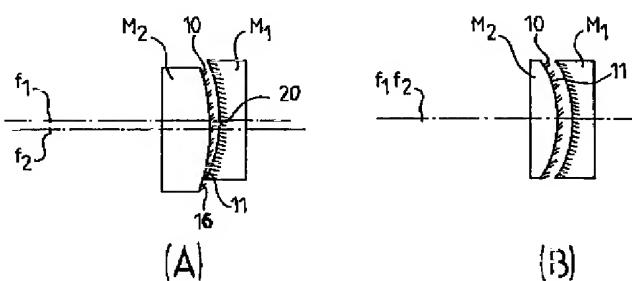


【図4】

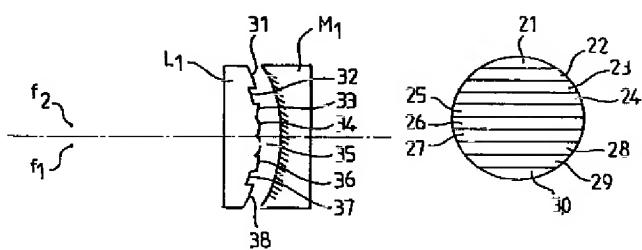
【図5】



【図6】

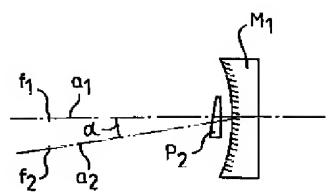


【図7】

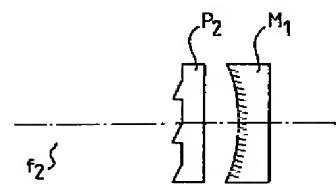


【図10】

【図8】



【図9】



## 【外國語明細書】

## 1. Title of Invention

An optic fiber wavelength multiplexer-demultiplexer

## 2. Claims

1. An optic fiber wavelength multiplexer-demultiplexer comprising a dispersing system (1) exhibiting a dispersing plane, at least one input fiber (2) with an output face; at least one output fiber (3) with an input face, means (4) for optic matching of the output face of the input fiber with the input face of the output fiber,

characterized in that the dispersing system and the matching means form an optic system with multiple transversal focuses (6) in the dispersing plane.

2. An optic fiber wavelength multiplexer-demultiplexer according to claim 1, characterized in that it comprises a partial mirror (M<sub>2</sub>) placed in front of a complete mirror (M<sub>1</sub>).

3. A multiplexer-demultiplexer according to claim 2, characterized in that the partial mirror (M<sub>2</sub>) is a skylight mirror.

4. A multiplexer-demultiplexer according to claim 2, characterized in that the partial mirror (M<sub>2</sub>) is a partially reflecting mirror, uniformly over its whole surface.

5. A multiplexer-demultiplexer according to any of the claims 2 to 4, characterized in that the partial mirror (M<sub>2</sub>) and the complete mirror (M<sub>1</sub>) are spherical mirrors, of the same focus, offset in relation to one another, transversally with respect to their optic axes.

6. A multiplexer-demultiplexer according to any of the claims 2 to 4, characterized in that the partial mirror (M<sub>2</sub>) and the complete mirror (M<sub>1</sub>) are spherical mirrors, of the same focus, whereas the optic axis of one of them forms a small angle  $\alpha$  with the optic axis of the other

7. A multiplexer-demultiplexer according to claim 1, characterized in that it comprises an optic element with multiple transversal focuses co-operating in transmission.

8. A multiplexer-demultiplexer according to claim 7, characterized in that this optic element is a lens (4) with multiple transversal focuses,

9. A multiplexer-demultiplexer according to claim 7, characterized in that this optic element is semi-prismatic ( $p_1$ ).

10. A multiplexer-demultiplexer according to claim 1, characterized in that it comprises a multiple step network.

11. A multiplexer-demultiplexer according to claim 1, characterized in that it comprises a variable step network.

### 3. Detailed Description of Invention

This invention relates to an optic fiber wavelength multiplexer-demultiplexer or router, liable to be used as a component in optic fiber teletransmission units.

Such multiplexers-demultiplexers are already known, as described, 5 then gradually perfected, in particular in the French patents FR-2.543.768, FR-2.519.148, FR-2 479.981, FR-2.496.260 and in the European patent EP-0.196.963.

By optic fiber multiplexer-demultiplexer, we mean devices in which input and output luminous waves are propagated by optic fibers.

10 The invention also relates to the optic fiber routers in which a variable number of input flows, each with a particular wavelength, propagated by spatially distinct optic fibers, are addressed on a possibly different number of output fibers.

15 In these different devices, coupling is made via a dispersing system, for a given wavelength between an output fiber and an input fiber.

Thus is defined a channel which exhibits of course a certain spectral width  $\Delta\lambda$ .

20 Powerful multiplexers-demultiplexers or routers must simultaneously enable operating a vast number of channels, each of these channels, centered round a wavelength  $\lambda$ , must exhibit a spectral width  $\Delta\lambda$  which is as large as possible, while avoiding any crosstalk.

25 There is a crosstalk when a portion of the energy from a channel is partially mixed with the energy from an adjacent channel. It is well known that the crosstalk disturbs the communications and that the devices exhibiting an excessive rate of crosstalk are useless in practice.

In order to simplify the description, the device according to the invention will be qualified as a multiplexer-demultiplexer, whereas it should be noted that it may relate to a multiplexer, a demultiplexer or a router.

The purpose of the invention is therefore to provide a multiplexer-demultiplexer offering improved capabilities and, while maintaining good separation of the channels, improving the spectral width of each of them.

In order to meet this target, it has been suggested, according to the  
5 invention, to implement optic means ensuring the matching of the output face of the input fiber with the input face of the output fiber, which constitute a double focus optic system.

Thus, the wavelength transmission function between an input fiber and an output fiber of the multiplexer is ensured by the superimposition of  
10 the transmission functions produced by the optic system, respectively for each of its focuses.

The spatial offset of the focuses produces a spectral offset of the elementary transfer functions and thus enables to widen the overall transfer function.

15 The invention therefore relates to an optic fiber wavelength multiplexer-demultiplexer comprising a dispersing system exhibiting a dispersing plane, at least one input fiber with an output face, at least one output fiber with an input face, means for optic matching of the output face of the input fiber with the input face of the output fiber.

20 According to the invention, the dispersing system and the matching means form an optic system with multiple transversal focuses in the dispersing plane.

A double focus optic system means here any optic system which generates a transversally split image of a same point object, regardless  
25 whether it is located at a finite or infinite distance. A system with multiple transversal focuses generates several images of the same point object; it can form a continuous sequence of images.

According to different embodiments each exhibiting their particular advantages and liable to be implemented in all their technically possible  
30 combinations :

- the device comprises a partial mirror placed in front of a complete mirror assembly,
- the partial mirror is a skylight mirror,
- the partial mirror is semi-reflecting,

5       

- the partial mirror and the complete mirror are spherical mirrors, with the same focus, offset with respect to one another, transversally in relation to their optic axes,
- the partial mirror and the complete mirror are spherical mirrors, with the same focus, whereas the optic axis of one of them forms a small angle  $\alpha$  with the optic axis of the other,

10     

- the device comprises an optic element with multiple transversal focuses co-operating in transmission,
- this optic element is a lens with multiple transversal focuses,
- this optic element is semi-prismatic,

15     

- it comprises a multiple step network,
- it comprises a variable step network.

The invention will be described more in detail with reference to the appended drawings in which :

- figure 1 is a multiplexer-demultiplexer of the previous art;
- 20
  - figure 2 is the elementary transfer function, for a couple of input-output fibers of the device of figure 1;
  - figure 3 is a multiplexer-demultiplexer according to the invention;
  - figure 4 is a representation of the transfer function of the device of figure 3;
- 25
  - figures 5A and 5B are a first example of double focus optic system that can be used in the device of the invention implementing two mirrors with same focus and different orientations, according to a front view and to a view from above;
  - figure 5C is a side view representing a partial mirror, with skylight,

- figures 6A and 6B are an example implementing two mirrors of same focus, transversally offset, a second example of double focus optic system that can be used in the device of the invention, according to a front view and to a view from above;

5 - figure 7 implementing a bifocal lens is a third example of double focus optic system that can be used in the device of the invention ;

- figure 8 implementing a prism acting on a portion of the beam is a fourth example of double focus optic system that can be used in the device of the invention;

10 - figure 9 implementing a prism system distributed inside the diaphragm;

- figure 10 is a schematic representation of a multiple step network.

The figures represent the optic components of the device of the invention, independently from the mechanic structures which carry them  
15 and ensure their respective positions. These mechanic structures may take on numerous shapes and are accessible to the man of the art.

This description is made with reference to the use of optic fibers as input and output means of the multiplexer-demultiplexer. It is still well-known that there are emitting components (diodes or diode bars) and  
20 receiving components (CCD or CCD bars) whose active elements are small in size, of the same order of magnitude as the fiber cores, ranging between a few microns and a few dozen microns, and regularly spaced, whose characteristics make them compatible with the fibers. In certain applications, such components can replace the input or output fibers of the multiplexer-demultiplexer of the invention and be located instead of the ends of the said fibers directly at the spectral focus. Such components are therefore equivalent to the fibers in the definition of the invention.

The description hereafter makes reference to a multiplexer-demultiplexer. It is also possible to implement the invention to build a  
30 router.

The multiplexer-demultiplexer represented on figure 1 comprises a dispersing system consisting of a network 1, an input fiber 2 supplying the device with a multiplexed luminous flow and a output fiber comb 3 supplying flows which are differentiated for each wavelength. The ends of 5 these fibers 3 are placed in the center of the network 1, itself approximately at the focus of a reflecting optic system 4. The space 5 situated between the network 1 and the mirror 4 can accommodate various optic components enabling, according to the requirements, to improve the properties of the system. The network 1 can be holographic 10 or engraved.

For such a system, the elementary transfer function defining the wavelength passband for an input fiber-output fiber couple has the form represented on figure 2. It is centered on the wavelength  $\lambda_c$  and its width at mid-height is  $\Delta\lambda_c$ . This width at mid-height depends on the set of 15 geometric and optic characteristics of the device.

Figure 3 represents a multiplexer-demultiplexer according to the invention whose elements analogous to those of figure 1 have been indicated by the same numeric references. The optic system 6 is a system with multiple transversal focuses, here double focus, i.e. the luminous flow 20 emitted by one of the input fibers, instead of converging at a single point as is the case for a conventional, single focus, optic system, converges at two points, respectively  $f_1$  and  $f_2$ .

The elementary transfer function  $F$  of such a system is the addition of the transfer function  $F_1$ , obtained for the portion of the optic system 25 converging at the point  $f_1$  and of the transfer function  $F_2$  obtained for the portion of the flow converging at the point  $f_2$ . The resulting transfer function is then the curve  $F$  represented on figure 4.

The gap between the central wavelengths  $\lambda_1$  of the transfer function  $F_1$  and  $\lambda_2$  of the transfer function  $F_2$  depends on the distance between the

focuses  $f_1$  and  $f_2$  and the resulting transfer function, corresponding to the multiplexer-demultiplexer devices taken as a whole, is the transfer function  $F$ .

An angle  $\alpha$  between the axes  $a_1$ ,  $a_2$  joining the apexes of the  
5 mirrors (approximately superimposed) and the focuses  $f_1$  and  $f_2$  produces  
a gap

$$\lambda_1 - \lambda_2 = 4\alpha n (d \cos \beta)/k$$

10 where  $d$  is the step of the network and  $k$  the order of the network used,  $n$  is the index of the diffraction medium,  $\beta$  is the angle of the normal to the network and the direction of the incident radii and diffracted in Littrow condition (in which the incidence and diffraction angles are approximately equal).

15 The widths at mid-height  $\Delta\lambda_1$  and  $\Delta\lambda_2$  are approximately equal to the width at mid-height  $\Delta\lambda_0$  obtained for a single focus system, whereas the global transfer function  $F$  has, for its own part, a width  $\Delta\lambda$  vastly superior to that width  $\Delta\lambda_0$ .

20 The figures 5A, 5B and 5C represent a first embodiment of a double focus system, which comprises a skylight spherical mirror  $M_2$  and a spherical mirror  $M_1$ , whereby these mirrors have the same focus.

By skylight mirror, we mean a mirror carried by a spherical surface whereas only parallel bands 10 are metallised, leaving between themselves non-metallised bands 11.

25 The metallised bands 10 reflect the portion of the incident luminous flow that they receive, whereas the non-metallised bands 11 transmit the said luminous flow.

Such a mirror, as represented on figure 5C, can be made while protecting the zones 11, 13, 15 designed for transmitting during the metallisation operation of the reflecting zones 10, 12, 14, 16.

Such a partial mirror can also be produced by covering the whole 5 surface of an optic component with a stack of semi-reflecting coats.

The mirror  $M_1$ , so-called complete mirror, is theoretically a conventional mirror, completely metallised, since it is the most readily available component and because it proves satisfactory.

The mirror  $M_1$  must receive the incident luminous flow, non 10 intercepted by the skylight mirror  $M_2$ . It may also be a second skylight mirror whose reflecting zones are complimentary to the reflecting zones of the first skylight mirror  $M_2$ .

The mirrors  $M_1$ ,  $M_2$  can be stuck together, whereas the space 20 between them is filled with optic glue.

15 The figures 6 and following contain the same notations as those of figures 5 to designate the elements of the same nature.

In the embodiment of figures 6, the partial mirror  $M_2$  is offset transversally with respect to the mirror  $M_1$ . Both these mirrors have the same focus.

20 In the embodiment of figure 7, the beam is intercepted by a resulting bifocal lens  $L_2$  thus exhibiting two focuses, respectively  $f_1$  and  $f_2$ , offset longitudinally in relation to one another.

This bifocal lens consists alternately in the transversal direction, of 25 zones made of two identical lenses offset transversally, in relation to one another. We can thus obtain elements of two different natures distributed in the diaphragm, the ones acting onto the luminous flow to cause it at converge to  $f_1$ , the others to cause it to converge at  $f_2$ . These elements are advantageously bands 31, 38.

Finally, in the embodiment of figure 8, a small prism  $p_2$  is placed in 30 front of the mirror  $M_1$  and intercepts a portion of the incident beam.

The bifocal system then has two focuses, respectively  $f_1$  and  $f_2$ , offset transversally, whereas the corresponding axes  $a_1$  and  $a_2$  form a small angle  $\alpha$ .

The result can be improved, according to figure 9, when parallel 5 prismatic elements are distributed over the surface of the diaphragm and alternate with elements forming parallel-faced blades.

A bifocal system, such as represented on figure 10, can also be made, while implementing a multiple step network, consisting of an alternating succession of two types of zones, the former 10, 21, 23, 25, 27, 29 exhibiting step  $p_1$  lines, the latter step  $p_2$  lines.

Thus, the luminous flow received by the network is divided into two dispersing flows according to different angles, preferably very slightly different, forming a transversal double focus system.

While implementing a variable step network, we can obtain a focus 15 extending continuously in the transversal direction.

Moreover, it is advantageous, in the case of a skylight mirror, that the transversal offset  $f_1f_2$  follows the direction parallel to the slots.

11

#### 4. Brief Description of Drawings

Figure 1 is a multiplexer-demultiplexer of the previous art;

Figure 2 is the elementary transfer function, for a couple of input-output fibers of the device of figure 1.

Figure 3 is a multiplexer-demultiplexer according to the invention.

Figure 4 is a representation of the transfer function of the device of figure 3.

Figures 5A and 5B are a first example of double focus optic system that can be used in the device of the invention implementing two mirrors with same focus and different orientations, according to a front view and to a view from above.

Figure 5C is a side view representing a partial mirror, with skylight.

Figures 6A and 6B are an example implementing two mirrors of same focus, transversally offset, a second example of double focus optic system that can be used in the device of the invention, according to a front view and to a view from above.

Figure 7 implementing a bifocal lens is a third example of double focus optic system that can be used in the device of the invention.

Figure 8 implementing a prism acting on a portion of the beam is a fourth example of double focus optic system that can be used in the device of the invention.

Figure 9 implementing a prism system distributed inside the diaphragm.

Figure 10 is a schematic representation of a multiple step network.

1 ... dispersing system

2 ... input fiber

3 ... output fiber

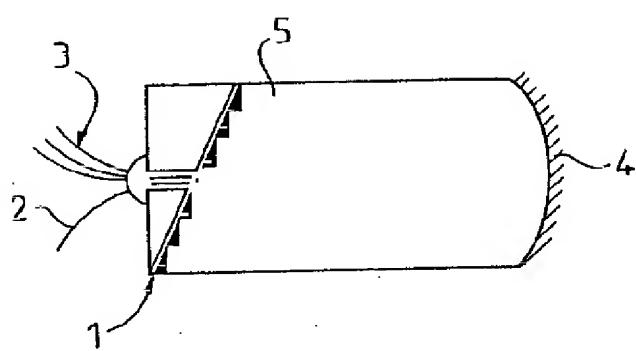


FIG. 1

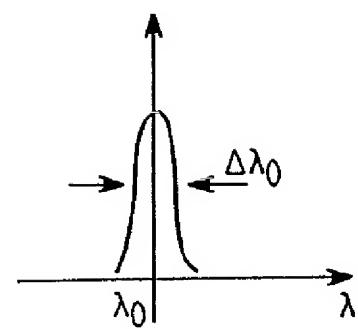


FIG. 2

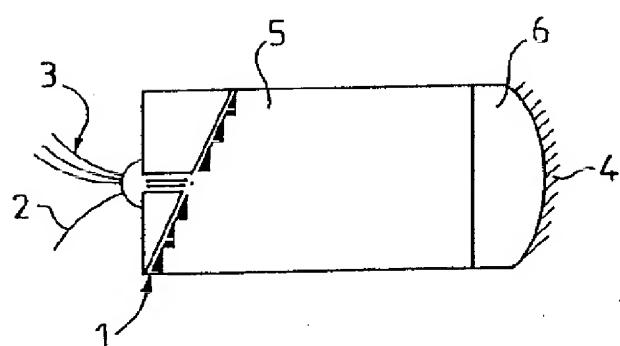


FIG. 3

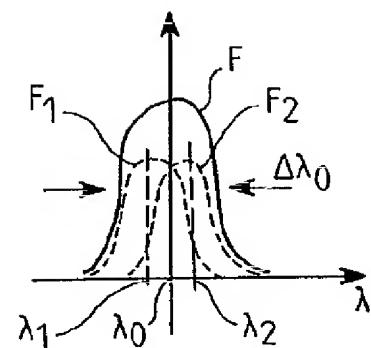


FIG. 4

2

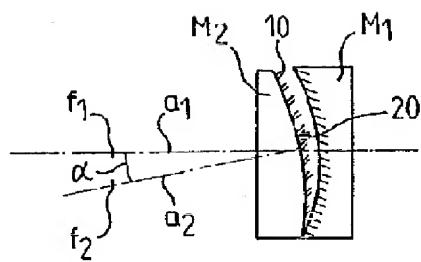


FIG. 5A

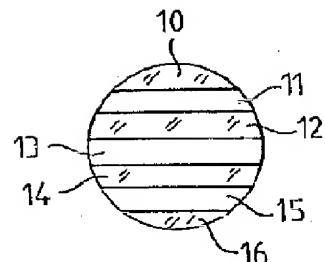


FIG. 5C

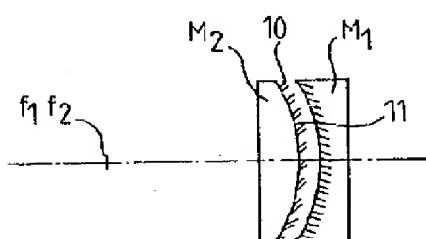


FIG. 5B

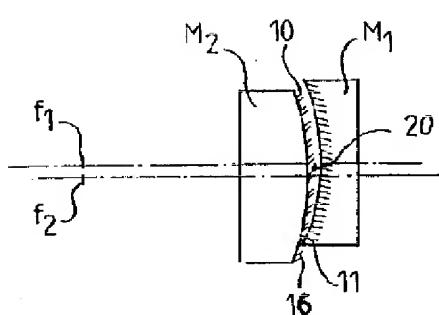


FIG. 6A

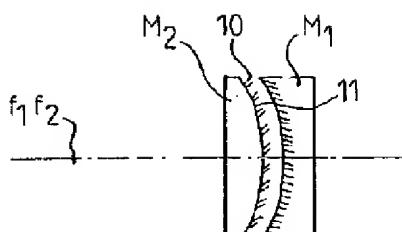


FIG. 6B

3

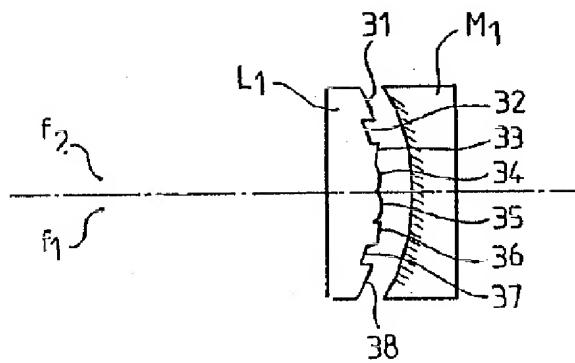


FIG. 7

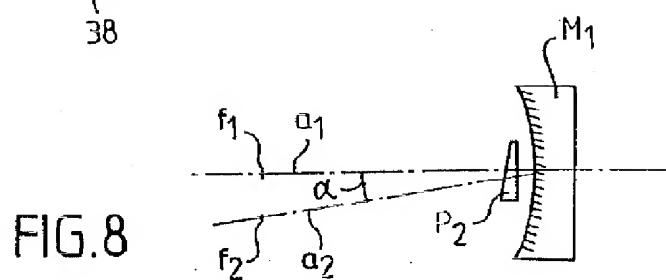


FIG. 8

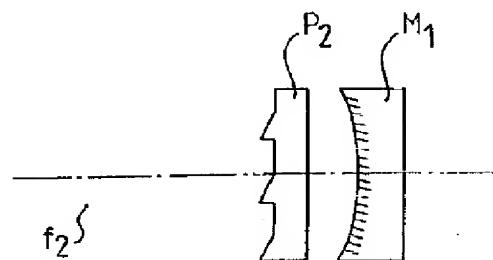


FIG. 9

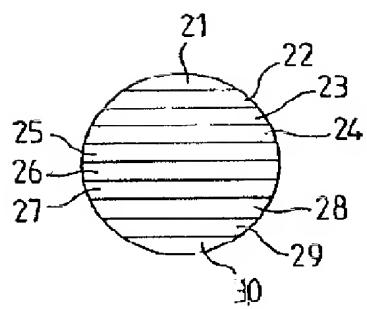


FIG. 10

## 1. Abstract

This invention relates to an optic fiber wavelength multiplexer-demultiplexer comprising a dispersing system (1) exhibiting a dispersing plane, at least one input fiber (2) with an output face, at least one output fiber (3) with an input face, means (4) for optic matching of the output face of the input fiber with the input face of the output fiber.

The dispersing system and the matching means form an optic system with multiple transversal focuses (6) in the dispersing plane.

## 2. Representative Drawing

Figure 3